


[my account](#) [learning center](#) [patentcart](#) [document ca](#)
[home](#)[searching](#)[patents](#)[documents](#)[toc journal watch](#)**Format Examples****US Patent**

US6024053 or 6024053

**US Design Patent**

D0318249

**US Plant Patents**

PP8901

**US Reissue**

RE35312

**US SIR**

H1523

**US Patent Applications**

20020012233

**World Patents**

WO04001234 or WO2004012345

**European**

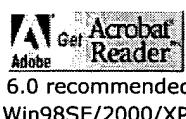
EP1067252

**Great Britain**

GB2018332

**German**

DE29980239

**Nerac Document Number (NDN)**certain NDN numbers can be used  
for patents[view examples](#)6.0 recommended  
Win98SE/2000/XP**Patent Ordering**[help](#)**Enter Patent Type and Number:**

**GO**

optional reference note

Add patent to cart automatically. If you uncheck this box then you must click on Publication number and view abstract to Add to Cart.

**8 Patent(s) in Cart****Patent Abstract**

Already in cart

**GER 2002-04-04 10046622 PROCEDURE FOR THE  
PRODUCTION OF A DIAPHRAGM SENSOR UNIT AS  
WELL AS DIAPHRAGM SENSOR UNIT**
**INVENTOR-** Artmann, Hans 71106 Magstadt DE**INVENTOR-** Pannek, Thorsten 70176 Stuttgart DE**APPLICANT-** Robert Bosch GmbH 70469 Stuttgart DE**PATENT NUMBER-** 10046622/DE-A1**PATENT APPLICATION NUMBER-** 10046622**DATE FILED-** 2000-09-20**DOCUMENT TYPE-** A1, DOCUMENT LAID OPEN (FIRST PUBLICATION)**PUBLICATION DATE-** 2002-04-04**INTERNATIONAL PATENT CLASS-** B81C00100;  
B81B00300; B81B00300M2D**PATENT APPLICATION PRIORITY-** 10046622, A;  
2035301, A**PRIORITY COUNTRY CODE-** DE, Germany, Ged. Rep. of;  
US, U.S.A.**PRIORITY DATE-** 2000-09-20; 2001-12-12**FILING LANGUAGE-** German**LANGUAGE-** German NDN- 203-0495-4919-9

A procedure for the production of a diaphragm sensor unity with a; semiconductor material agency (2) is proposed, with which for the; training by sensor element structures for at least one sensor a; laminar diaphragm (8) and an isolation tub (10) are produced for the; thermal isolation under the diaphragm. The invention is the basis the; task to simplify

the production of diaphragm sensors, which are; suitable also for Mebransensor arrays. This task is solved by the fact; that the agency (2) from semiconductor material within a range; described, which specifies sensor element structures preserves one to; the surrounding semiconductor material aimed divergent doping that; from semiconductor material sections between the ranges distinguished; by doping porous semiconductor material is produced and that the; semiconductor material within the tub range (10) under the; poroesizierten semiconductor and parts of the sensor element structure; is removed and/or poroesiziert. In the further one one is proposed in; particular in this procedure manufactured diaphragm sensor unity.

**EXEMPLARY CLAIMS-** 1. Procedure for the production of a diaphragm sensor unit (1) marked by a semiconductor material carrier (2), with which for the training by sensor element structures for at least one sensor a laminar diaphragm (8) and an isolation tub (7, 10) for the thermal isolation under the diaphragm (8) is produced, by it that the carrier (2) from semiconductor material within a given range, which sensor element structures (3, 4) defines, one to the surrounding semiconductor material aimed different doping receives that from semiconductor material sections between the ranges distinguished by doping (3, 4) porous semiconductor material (5) is produced, and that the semiconductor material within the tub range (7, 10) under one removes and/or one poroesiziert for that poroesiziertem semiconductor material and parts of the sensor element structure (3, 4). 2. Procedure according to requirement 1, by the fact characterized that the poroesizierte semiconductor material (5) after the production of the isolating tub range (7, 10) it is oxidized. 3. Procedure according to requirement 1 or 2, by the fact characterized that the purposefully differently endowed ranges (3, 4) before the production of porous semiconductor material will provide with a protective layer (6). 4. Procedure after one of the preceding requirements, by the fact characterized that the tub range (7) is removed by the porous diaphragm sections of the diaphragm through by corroding. 5. Procedure after one of the preceding requirements, by the fact characterized that the tub range (7) is poroesiziert by the porous diaphragm sections through diaphragm and oxidized if necessary. 6. Procedure after one of the preceding requirements, by the fact characterized that on the semiconductor ranges distinguished by doping (3, 4) within the poroesizierten and if necessary oxidized semiconductor material (5), which sensor element structures trains for the production of a thermocouple a material layer (9) one applies and one

#### NO-DESCRIPTORS



(12) Offenlegungsschrift  
(10) DE 100 46 622 A 1

(51) Int. Cl. 7:  
**B 81 C 1/00**  
B 81 B 3/00

(71) Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

(21) Aktenzeichen: 100 46 622.2  
(22) Anmeldetag: 20. 9. 2000  
(43) Offenlegungstag: 4. 4. 2002

(72) Erfinder:  
Artmann, Hans, 71106 Magstadt, DE; Pannek,  
Thorsten, 70176 Stuttgart, DE

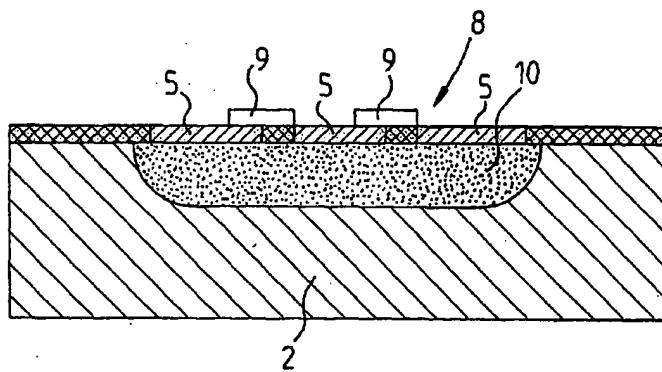
(56) Entgegenhaltungen:  
DE 195 18 371 C1  
DE 69 117 69 4 T2  
WO 99 45 583 A1  
WO 98 36 247 A1  
STEINER, P. et.al.: Micromachining application of porous silicon. In: Thin Solid Films 255 (1995), pp. 52-58;

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Verfahren zur Herstellung einer Membransensoreinheit sowie Membransensoreinheit

(57) Es wird ein Verfahren zur Herstellung einer Membransensoreinheit mit einem Halbleitermaterialträger (2) vorgeschlagen, bei welchem für die Ausbildung von Sensorelementstrukturen für wenigstens einen Sensor eine flächige Membran (8) und eine Isolationswanne (10) zur thermischen Isolierung unter der Membran erzeugt wird. Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Herstellung von Membransensoren, die sich auch für Membransensor-Arrays eignen, zu vereinfachen. Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, dass der Träger (2) aus Halbleitermaterial in einem vorgegebenen Bereich, der Sensorelementstrukturen definiert, eine zum umgebenden Halbleitermaterial gezielt unterschiedliche Dotierung erhält, dass aus Halbleitermaterialabschnitten zwischen den durch Dotierung ausgezeichneten Bereichen poröses Halbleitermaterial erzeugt wird und dass das Halbleitermaterial im Wannenbereich (10) unter dem porösisierten Halbleiter und Teilen der Sensorelementstruktur entfernt und/oder porösisiert wird. Im Weiteren wird eine insbesondere nach diesem Verfahren hergestellte Membransensoreinheit vorgeschlagen.



## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Membransensoreinheit sowie eine Membransensoreinheit nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bzw. 7.

### Stand der Technik

[0002] Verfahren zur Herstellung einer Membransensoreinheit mit einem Halbleitermaterialträger, bei welchem für die Ausbildung von Sensorelementstrukturen wenigstens eine flächige Membran und unter der Membran eine Isolationsswanne zur thermischen Isolierung der Membran vorgesehen werden, sind bereits bekannt geworden. Sofern die Membransensoreinheit mehrere flächige Membranbereiche umfasst, sind diese regelmäßig voneinander durch Stege aus Material mit im Vergleich zur Membran und der lateralen Umgebung der Stege deutlich besseren Wärmeleiteigenschaften getrennt.

[0003] Die zur Zeit auf dem Markt befindlichen Membransensoren sind zumeist als Dünnschichtmembranen realisiert. Hierzu werden Schichtsysteme in Dicken zwischen einigen 10 nm und einigen Mikrometern auf einem Trägersubstrat abgeschieden und danach das Trägersubstrat in vorgegebenen Bereichen entfernt, um freitragende Membranbereiche zu erhalten. Im Membranzentrum werden dann beispielsweise Sensorelemente angebracht, die durch die freitragende Anordnung der Membran vom umgebenden Trägersubstrat thermisch entkoppelt sind, was für Temperatur- und Strömungssensoren erwünscht ist.

[0004] Zur Freilegung der Membran können zwei Methoden unterschieden werden:

1. Die Oberflächenmikromechanik (OMM), bei welcher im Allgemeinen eine Opferschicht verwendet wird, die vor der Membranabscheidung auf der Vorderseite eines Trägersubstrates aufgebracht wird. Die Opferschicht wird später von der Vorderseite des Sensors durch "Löseöffnungen" in der Membran entfernt, wodurch eine freitragende Struktur entsteht. Diese oberflächenmikromechanischen Verfahren sind auf Grund der Notwendigkeit von separaten Opferschichten vergleichsweise aufwendig.
2. Die Bulkumikromechanik, bei welcher die Membran durch einen Ätzschritt von der Rückseite des Trägersubstrates freigelegt wird, d. h. in dem z. B. durch die vollständige Dicke eines Wafers eine Öffnung geätzt wird.

[0005] Für viele Anwendungen sind Arrays (Gruppierungen) von Sensoren erforderlich. Hierzu werden mehrere gleiche Sensoren nebeneinander linear oder zweidimensional angeordnet. Handelt es sich um Thermosensoren müssen diese durch Wärmesenken von einander getrennt werden, um eine räumliche Auflösung des Messsignals möglich zu machen.

[0006] Für die Herstellung der Wärmesenken gibt es verschiedene Möglichkeiten. Häufig wird eine Schicht aus einem gut wärmeleitenden Material auf der Oberfläche der Membran abgeschieden und strukturiert, so dass die verbleibenden Strukturen des gut wärmeleitenden Material als Wärmesenken dienen.

[0007] Man kann die Membran jedoch auch wie oben beschrieben mit bulkumikromechanischen Prozessen so freilegen, dass zwischen einzelnen Membranbereichen Stege aus Bulkmaterial verbleiben. Bei bulkumikromechanischen Membransensoren wird üblicherweise die Membran von der Rückseite durch einen anisotropen Ätzprozess beispiels-

weise mit KOH (Kaliumhydroxid) freigelegt. Hierbei erfordert die Ätzung obgleich ihrer Anisotropie allerdings wesentlich mehr Platz auf der Rückseite des Substrats als für die eigentliche Membranstruktur nötig wäre. Dadurch ist mit diesem Prozess die Integrationsdichte begrenzt.

### Aufgabe und Vorteile der Erfindung

[0008] Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, die Herstellung von Membransensoren im Hinblick auf Kosten und Integrationsdichte zu verbessern.

[0009] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 und des Anspruchs 7 gelöst.

[0010] Die Erfindung geht zunächst von einem Verfahren zur Herstellung einer Membransensoreinheit mit einem Halbleitermaterialträger aus, bei welchem für die Ausbildung von Sensorelementstrukturen für wenigstens einen Sensor eine flächige Membran und eine Isolationsswanne zur thermischen Entkopplung unter der Membran erzeugt wird.

Unter dem Begriff Membran wird im Sinne der Erfindung nicht nur eine freitragende Schicht verstanden, sondern im einfachsten Fall auch eine Schicht, die über einem Isolationsswannenbereich angeordnet ist, der aus vergleichsweise besser isolierendem Material besteht. Der Kern der Erfindung liegt nun darin, dass der Träger aus Halbleitermaterial in einem vorgegebenen Bereich, der Sensorelementstrukturen definiert, eine zum umgebenden Halbleitermaterial gezielt unterschiedliche Dotierung erhält, dass aus Halbleitermaterialabschnitten zwischen den durch Dotierung ausgezeichneten Bereichen poröses Halbleitermaterial erzeugt wird, und dass Halbleitermaterial im Wannenbereich unter dem porösierten Halbleitermaterial und unter Teilen der Sensorelementstrukturen entfernt und/oder porosiert wird.

Bei dieser Vorgehensweise wird die Erkenntnis ausgenutzt, dass poröses Halbleitermaterial mit einer deutlich größeren Oberfläche eine deutlich geringere Wärmeleitfähigkeit als Bulkhalbleitermaterial besitzt. Damit werden zum Beispiel nicht porosierte Halbleitermaterialabschnitte innerhalb der Membran in lateraler Richtung durch das Membranmaterial thermisch isoliert. Eine Isolation eines derartigen Halbleiterbereichs nach unten wird durch den isolierenden Wannenbereich erreicht. Dieser kann entweder als Hohlraum oder selbst als porosierte Halbleitermaterial ausgebildet werden. Durch die erfindungsgemäßen Maßnahmen kann bis auf eine zweite Materialschicht zur Bildung eines Thermoelements die Membransensoreinheit vollständig aus dem Halbleiterträgermaterial erzeugt werden, was den Herstellungsprozess vereinfacht und die Herstellungskosten senkt.

[0011] Die geometrische Ausdehnung der Membransensorestrukturen lässt sich in einfacher Weise durch Dotierungsprozesse und gezielte Ätzprozesse kontrollieren, wodurch insbesondere die Thermokraft von Thermoelementen leicht einstellbar ist.

[0012] Bei der Herstellung von porösen Halbleitern, beispielhaft porösem Silizium, wird in der Regel eine elektrochemische Reaktion zwischen Flussäure und Silizium genutzt, bei der eine schwammartige Struktur im Silizium erzeugt wird. Der Silizium-Halbleiterträger (in der Regel ein Siliziumwafer) muss hierzu gegenüber einem Flussäureelektrolyt anodisch gepolt sein. Durch elektrochemisches Ätzen des Siliziums (Anodisieren) in beispielsweise einem Gemisch aus Flussäure/Ethanol wird poröses Silizium durch teilweises Ätzen in die Tiefe erzeugt. Zum Ätzen von Silizium sind Defektelektronen (Löcher) an der Grenzfläche zwischen Silizium und Elektrolyt notwendig, die durch den fließenden Strom bereitgestellt werden. Ist die Stromdichte kleiner als eine kritische Stromdichte  $j_{KRT}$ , so diffundieren Löcher durch das anliegende elektrische Feld an in der



Oberfläche liegende Vertiefungen, in denen ein bevorzugtes Ätzen stattfindet. Bei z. B. p-dotiertem Silizium werden die Bereiche zwischen den Vertiefungen bis zu einer minimalen Dicke lateral geätzt, bis durch Quanteneffekte keine Löcher mehr in diese Bereiche eindringen können und der Ätzvorgang gestoppt wird. Auf diese Weise entsteht eine schwammartige Skelettstruktur aus Silizium und freigeätzten Poren. Da bei der Ausbildung der Skelettstruktur der Ätzvorgang nur im Bereich der Porenspitzen stattfindet, bleibt die Schwammstruktur von bereits geätztem Silizium erhalten. Damit bleibt auch die Porengröße in den bereits geätzten Bereichen nahezu unverändert. Die Porengröße ist abhängig von der HF-Konzentration in der Flusssäure, der Dotierung und der Stromdichte und kann von einigen Nanometern bis zu einigen 10 nm betragen. Ebenso ist die Porosität in einem Bereich von ca. 10% bis über 90% einstellbar.

[0013] Für die Herstellung von porösem Silizium können verschiedene dotierte Substrate verwendet werden. Üblicherweise verwendet man p-dotierte Wafer mit unterschiedlichen Dotierungsgraden. Durch die Dotierung kann die Struktur innerhalb des porösen Siliziums bestimmt werden.

[0014] Für die lokale Herstellung des porösen Siliziums kann man sich die Erkenntnis zunutze machen, das p- und n-dotiertes Silizium ein stark unterschiedliches Ätzverhalten aufweisen. Unter den Bedingungen, bei denen im p-dotierten Silizium poröses Silizium erzeugt werden kann, ist dies in n-dotiertem Silizium nicht oder nur in einem sehr geringen Umfang möglich. Zur Festlegung der Sensorelementstrukturen kann daher eine Schicht an der Oberfläche des p-dotierten Substrats n-umdotiert werden (durch Ionenimplantationen oder Diffusion). Das poröse Silizium entsteht bei der elektrochemischen Ätzung nur in den p-dotierten Bereichen. Die Erzeugung von porösem Silizium kann auf die Dicke der n-umdotierten Schicht abgestimmt werden. Auf diese Weise erhält man eine Struktur, bei der zwischen n-umdotierten Bereichen eine porösisierte Siliziumschicht angeordnet ist.

[0015] In einer weiteren besonders bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung wird das porösisierte Halbleitermaterial nach der Erzeugung des isolierenden Wannenbereichs oxidiert. Hierdurch wird die Wärmeleitfähigkeit der porösisierten Struktur weiter reduziert.

[0016] In einer überdies besonders bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung werden die gezielt unterschiedlich dotierten Bereiche vor der Erzeugung von porösem, oxidiertem Halbleitermaterial mit einer Schutzschicht versehen. Beispielsweise wird bei einem Siliziumwafer das n-umdotierte Silizium zusätzlich mit einer Siliziumnitritschicht überzogen, die die n-umdotierten Bereiche schützt.

[0017] Vorzugsweise wird diese Passivierungsschicht nach der Erzeugung von porösem und gegebenenfalls oxidiertem Halbleitermaterial entfernt.

[0018] Der isolierende Wannenbereich kann in Form einer Kaverne oder als hochporöses Material ausgebildet werden.

[0019] In einer weiteren besonders vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird auf die durch Dotierung ausgezeichneten Halbleiterbereiche innerhalb des porösisierten und gegebenenfalls oxidierten Halbleitermaterials, die Sensorelementstrukturen ausbilden, d. h. Halbleiterbereiche an die zwar porösisiertes Material angrenzt, die aber selbst nicht porös sind, zur Erzeugung eines Thermoelements eine Materialschicht, zum Beispiel Aluminium aufgebracht. Die Erzeugung eines Thermoelements aus Halbleitermaterialbereichen, die zwischen porösisiertem und gegebenenfalls oxidiertem Halbleitermaterial angeordnet sind, lässt sich insbesondere dann durch einfaches Aufbringen einer weiteren Schicht realisieren, wenn bei der Erzeugung von porö-

sem und gegebenenfalls oxidiertem Halbleitermaterial die durch Dotierung ausgezeichneten Halbleiterbereiche durch eine Passivierungsschicht geschützt werden. Denn nach Entfernen der Passivierungsschicht steht dann die gewünschte Halbleiteroberfläche (ohne zum Beispiel eine schädliche "Oxidhaut") für die Ausbildung eines Thermoelements zur Verfügung. Beispielsweise wird wie oben bereits erwähnt n-umdotiertes Silizium durch eine Siliziumnitritschicht geschützt, wobei nach Wegnahme der Siliziumnitritschicht das Thermoelement durch Aufbringen einer Aluminumschicht erzeugt werden kann.

[0020] Im Weiteren geht die Erfindung von einer Membransensoreinheit mit einem Träger aus Halbleitermaterial aus, die zur Ausbildung von Sensorelementstrukturen für wenigstens einen Sensor eine Membran und eine unter der Membran angeordnete Isolationswanne zur thermischen Isolierung der Membran umfasst. Der wesentliche Aspekt der Membransensoreinheit liegt darin, dass die Membran Halbleitermaterialabschnitte aus porösisiertem und gegebenenfalls oxidiertem Halbleitermaterial umfasst. Hierdurch wird ein besonders einfacher Aufbau einer Membransenreinheit, mit vergleichsweise guter thermischer Isolation eines Thermoelements ermöglicht.

[0021] Der Aufbau wird zusätzlich vereinfacht, wenn in der Membran nicht poröse und oxidierte Halbleiterbereiche angeordnet sind, die als Leiterbahnen bzw. Thermoschenkel für ein Thermoelement genutzt werden können. Wie bereits oben beschrieben, kann bei einem solchen Aufbau ein Thermoelement dann in einfacher Weise durch direkte Aufbringung einer weiteren Schicht mit entsprechender Strukturierung erzeugt werden.

[0022] Für die Anwendung als Thermoelement ist die Isolationswanne unter der Membran vorzugsweise als Kaverne ausgebildet. Für den Anwendungsbereich von Strömungssensoren ist die Isolationswanne dagegen bevorzugt als hochporöses Halbleitermaterial ausgestaltet.

[0023] Durch die exakte Erzeugung von porösem Halbleitermaterial und verbleibenden Halbleitermaterialbereichen lassen sich insbesondere mit oben beschriebenem Verfahren Membransensor-Arrays aufbauen, die eine hohe Integrationsdichte besitzen und dabei eine gute Trennung der einzelnen Membransensoreinheiten voneinander gewährleisten.

## Zeichnungen

[0024] Mehrere Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und unter Angabe weiterer Vorteile und Einzelheiten näher erläutert.

[0025] Es zeigen

[0026] Fig. 1a-c in jeweils einem schematischen Schnittbild einen Siliziumträger bei der Herstellung eines Membransensors mit poröser Siliziummembran in unterschiedlichen Herstellungsstadien,

[0027] Fig. 2 das schematische Schnittbild eines Membransensors mit poröser Siliziummembran und darunter liegendem, isolierendem, porösem Wannenbereich und

[0028] Fig. 3 die schematische Draufsicht auf ein Membransensor-Array.

## Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0029] Fig. 1a bis 1c zeigt in jeweils einem schematischen Schnittbild die Entstehung eines Membransensors 1 auf der Grundlage eines p-dotierten Siliziumwafers 2.

[0030] In einem ersten Schritt werden zum Beispiel mittels Ionenimplantation n-dotierte Bereiche 3, 4 erzeugt, die später als Leiterbahnen und Thermoschenkel bzw. Sensorrand dienen sollen (siehe Fig. 1a).

[0031] Die p (bevorzugt  $\approx 0,02 \Omega\text{cm}$ )-dotierten Bereiche des Siliziumsubstrats 2 zwischen den Bereichen 3, 4 werden porösiziert und bilden mesoporöse Bereiche 5 (zum Beispiel Porösität 10 bis 65%; Schichtdicke  $\approx 1$  bis 10  $\mu\text{m}$  oder mehr; Stromdichte  $\approx 1$  bis 50 mA/cm $^2$ ; HF-Konzentration  $\approx 15$  bis 40%). Je nach Anwendung wird die Porösität der Bereiche 5 eingestellt (hohe Porösität > 55% zur thermischen Entkopplung). Innerhalb der Bereiche 5 liegen die als Thermoschenkel dienenden n-dotierten Bereiche 3. Die n-dotierten Bereiche 3, 4 wurden vor der Erzeugung der porösen Bereiche 5 mit einer Siliziumnitritschicht 6 als Schutzschicht für den Vorgang der Porösierung versehen. Diese Siliziumnitritschicht 6 wird nach der Porösierung wieder entfernt.

[0032] Anschließend wird durch die porösen Bereiche hindurch durch geeignete Verfahren unterhalb der Bereiche 3, 5 eine Kaverne 7 erzeugt.

[0033] Dieser Ätzschritt kann durch Silizium-Gasphasenätzungen durch die Poren der Bereiche 5 oder durch Elektropolitur (mit zum Beispiel HF-Konzentration 2 bis 20%; Stromdichte > 50 mA/cm $^2$ ) ebenfalls durch die Poren der Bereiche 5 erfolgen.

[0034] Der Ätzvorgang ist isotrop, so dass auch in lateraler Richtung ein Ätzen von p-dotiertem Halbleitermaterial auftritt. Auf diese Weise entsteht die in Fig. 1c schematisch dargestellte durchgehende Kaverne 7 durch vollständige "Unterätzung" der n-dotierten Bereiche 3 und durch eine teilweise "Unterätzung" der n-dotierten Bereiche 4. Die Kaverne 7 wird dementsprechend durch die Bereiche 3, 4 und 5 abgedeckt, die eine Membran 8 ausbilden.

[0035] Um die mesoporösen Bereiche 5 zu stabilisieren und deren Warmleitfähigkeit noch weiter zu reduzieren, können diese zusätzlich oxidiert werden.

[0036] Zur Verbesserung der Langzeitstabilität der teilweise porösen Membran 8 kann diese durch eine CVD (Chemical Vapour Deposition)-Deckschicht versiegelt werden (nicht dargestellt). Vor oder nach der Erzeugung der Kaverne 7 mit entsprechender Unterätzung werden die für ein Thermoelement zusätzlich benötigten Strukturen, insbesondere die zweiten Thermoschenkel, erzeugt.

[0037] Für Temperatur- und Strömungssensoren 3 werden zum Beispiel auf den n-umdotierten Siliziumbereichen 3 Thermoschenkel 9 aus Aluminium oder p-dotiertem Poly-Silizium angeordnet.

[0038] Insbesondere bei Strömungssensoren (siehe Fig. 2) kann im Wannenbereich 10 unterhalb der Membran das Halbleitermaterial auch porösiziert und oxidiert werden. Vorzugsweise wird ein nanoporöser Siliziumbereich durch einen entsprechenden Ätzprozess durch die porösen Bereiche 5 hindurch geschaffen. In diesem Fall wird der Grad der Porösität vergleichsweise hoch (> 60%) eingestellt, um die Masse an verbleibendem Silizium zu minimieren, aber dennoch eine ausreichende Stabilität zu gewährleisten. Das so erzeugte poröse Silizium im Wannenbereich 10 kann anschließend oxidiert werden, um das vergleichsweise gut wärmeleitende Silizium in schlechter wärmeleitendes poröses Siliziumoxid umzuwandeln. Die Wärmeleitfähigkeiten der einzelnen Materialien lassen sich wie folgt beziffern:

Silizium  $\approx 150 \text{ W/Km}$

Siliziumoxid 1,4 W/Km

nano-porösiziertes Silizium 1 bis 2 W/Km

oxidiertes porösiziertes Silizium 0,3 bis 1,4 W/Km.

[0039] Um eine gute Wärmeisolation in Richtung Halbleiterträger 2 zu erzielen, wird die Dicke des Wannenbereichs ZO möglichst groß gewählt (zum Beispiel 50 bis 150  $\mu\text{m}$ ).

[0040] Durch das Aufbringen und Strukturieren (nasschemisch oder physikalisch/trockenchemisch) von CVD-(Chemical Vapour Deposition) beziehungsweise Sputter-Schichten kann eine Deckschicht zur Versiegelung der Membran 8 und insbesondere der porösen Bereiche 5 sowie der Thermoschenkel 9, die das zweite thermoelektrische Element bilden, erzeugt werden.

[0041] Aufgrund der vergleichsweise guten Wärmeleitfähigkeit von monokristallinem Silizium können n- oder p-dotierte Siliziumbereiche dazu verwendet werden, Einzelpixel 11 von Sensor-Arrays 12 thermisch zu entkoppeln (siehe Fig. 3).

[0042] Diese Entkopplung ist vor allem bei hochintegrierten Sensor-Arrays notwendig, um ein thermisches Übersprechen unter den einzelnen Pixeln 11 zu verhindern.

[0043] Entsprechend dem oben beschriebenen Verfahren ist es möglich, bei der Erzeugung der Membran 8 mit darunterliegendem Wannenbereich 7, 10 gleichzeitig die erforderlichen Wärmesenken 13 zu erzeugen. Damit können mit der erfundungsgemäßen Vorgehensweise insbesondere hochintegrierte Sensor-Arrays aufgebaut werden.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer Membransenseinheit (1) mit einem Halbleitermaterialträger (2), bei welchem für die Ausbildung von Sensorelementstrukturen für wenigstens einen Sensor eine flächige Membran (8) und eine Isolationsswanne (7, 10) zur thermischen Isolierung unter der Membran (8) erzeugt wird, dadurch gekennzeichnet, dass der Träger (2) aus Halbleitermaterial in einem vorgegebenen Bereich, der Sensorelementstrukturen (3, 4) definiert, eine zum umgebenden Halbleitermaterial gezielt unterschiedliche Dotierung erhält, dass aus Halbleitermaterialabschnitten zwischen den durch Dotierung ausgezeichneten Bereichen (3, 4) poröses Halbleitermaterial (5) erzeugt wird, und dass das Halbleitermaterial im Wannenbereich (7, 10) unter dem porösizierten Halbleitermaterial und Teilen der Sensorelementstruktur (3, 4) entfernt und/oder porösiziert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das porösizierte Halbleitermaterial (5) nach der Erzeugung des isolierenden Wannenbereichs (7, 10) oxidiert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die gezielt unterschiedlich dotierten Bereiche (3, 4) vor der Erzeugung von porösem Halbleitermaterial mit einer Schutzschicht (6) versehen werden.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Wannenbereich (7) durch die porösen Membranabschnitte der Membran hindurch durch Ätzen entfernt wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Wannenbereich (7) durch die porösen Membranabschnitte der Membran hindurch porösiziert und gegebenenfalls oxidiert wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass auf die durch Dotierung ausgezeichneten Halbleiterbereiche (3, 4) innerhalb des porösizierten und gegebenenfalls oxidierten Halbleitermaterials (5), die Sensorelementstrukturen ausbilden, zur Erzeugung eines Thermoelements eine Materialschicht (9) aufgebracht und strukturiert wird.
7. Membransenseinheit mit einem Träger (2) aus Halbleitermaterial, die zur Ausbildung von Sensorelementstrukturen für wenigstens einen Sensor eine flächige Membran (8) und eine unter der Membran (8) an-

geordnete Isolationswanne (7, 10) zur thermischen Isolierung der Membran (8) umfasst, dadurch gekennzeichnet, dass die Membran (8) Halbleitermaterialabschnitte (5) aus porösisiertem und gegebenenfalls oxidiertem Halbleitermaterial umfasst.

5

8. Membransensoreinheit nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass in der Membran (8) zur Ausbildung von Leiterbahnen nicht poröse Halbleiterbereiche (3, 4) angeordnet sind.

9. Membransensoreinheit nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Isolationswanne als Kaverne (7) ausgebildet ist.

10. Membransensoreinheit nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Wannenbereich (10) hochporöses Halbleitermaterial umfasst.

15

11. Membransensorarray das mehrere Membransensoeinheiten (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 7 bis 10 umfasst.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

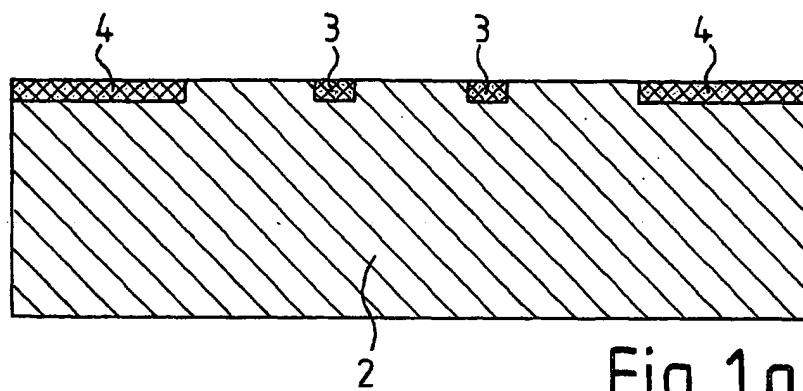


Fig. 1a

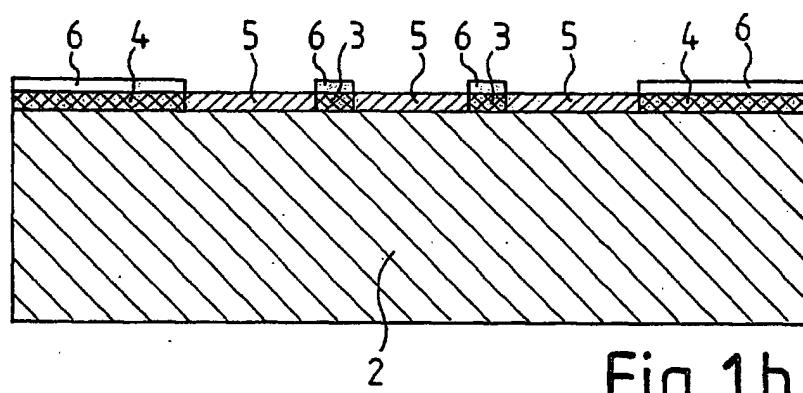


Fig. 1b

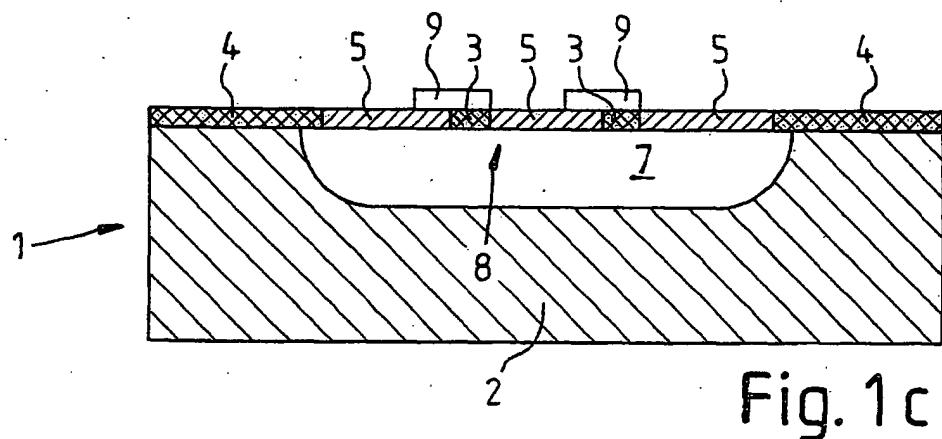


Fig. 1c

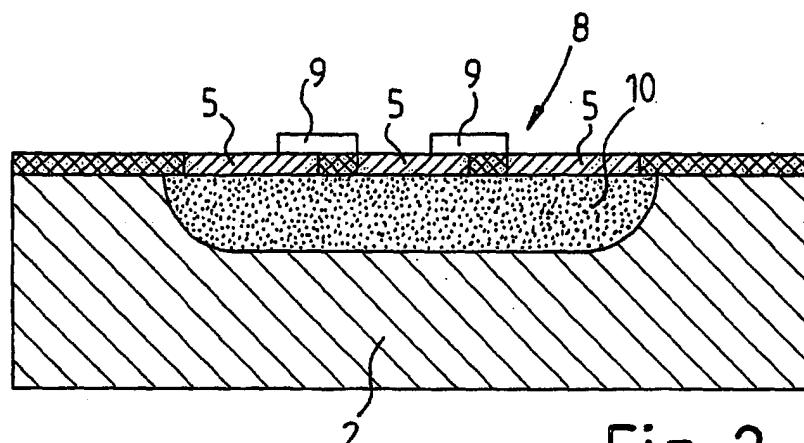


Fig. 2

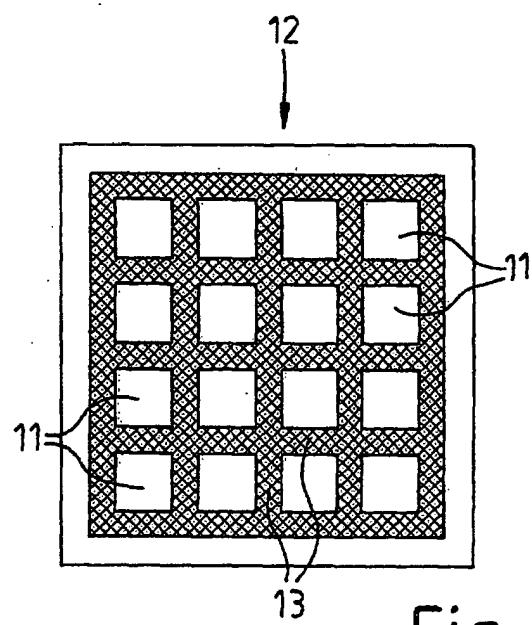


Fig. 3